PETROGRAPHISCHE BEOBACHTUNGEN AN DEN VON F. v. KERNER GESAMMELTEN GESTEINEN AUS NORDOSTALBANIEN

ERGEBNISSE DER IM AUFTRAGE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IM SOMMER 1916 UNTERNOMMENEN GEOLOGISCHEN FORSCHUNGSREISE NACH ALBANIEN

VON

F. BECKE

W. M. K. AKAD.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 13. DEZEMBER 1917.

Eine Auswahl der von F. v. Kerner aus Nordostalbanien mitgebrachten Gesteine wurde in Dünnschliffen untersucht, die gewonnenen Ergebnisse sind hier zusammengestellt.

Der größte Teil der Proben entstammt dem großen Peridotitmassiv, welches v. Kerner im Südosten des Valbonatales nachgewiesen hat. Peridotite von fast absoluter Frische, begleitet von Halb- und Vollserpentinen, Pyroxenite, zum Teil sehr grobkörnig, pegmatitähnlich, endlich feldspathältige Gesteine (Gabbro. Norit, Diorit) setzen dieses Massiv zusammen. Der Peridotit herrscht weitaus vor; an wenigen Stellen nachgewiesene Chromitschlieren erhöhen die Mannigfaltigkeit.

Eine zweite Gruppe umfaßt die kleineren Serpentinmassen im Bereich der Schiefer-Hornsteinformation. Innerhalb dieser treten Grünschiefer auf, von denen eine kleine Anzahl untersucht wurde.

An die Besprechung der Einzelvorkommen schließen sich einige allgemeine Bemerkungen, den Vergleich mit Nachbargebieten, die Gauverwandtschaft der Gesteine, die Umwandlungsvorgänge betreffend.

A. Gesteine des Peridotitmassivs.

I. Peridotit und Serpentin.

Peridotit aus der Gegend von Lužs.

Aus dem Bereich der Talnische von Lužs lagen mir die frischesten Proben des herrschenden Peridotitgesteines vor, welche in der Beschreibung vorangestellt werden sollen. Eine Probe kann als Typus des frischen, möglichst unveränderten Peridotites gelten. Sie trägt die Fundortbezeichnung:

Harzburgit Lužs West.

(Dünnschliff Nr. 2971.)[1] Vergl. geolog. Bericht p. 30.

Das Handstück zeigt ein lichtgrünes, graugrün geflecktes, mittelkörniges Gestein mit schwacher Andeutung von Parallelstruktur. Das spezifische Gewicht ist 3·215.

[1] Die angeführte Nummer verweist auf die Dünnschliffsammlung im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität

Als Gemengteile erweisen sich Olivin, Bronzit, Picotit. Olivin in 2 bis 3 *mm* großen Körnern waltet stark vor: Bronzit (die dunkleren graugrünen Flecken) bildet etwa $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Masse. Picotit, mit freiem Auge nur hie und da als pechschwarzes Korn sichtbar, tritt sehr zurück.

Keines der Minerale tritt in Krystallform auf; alle bilden ganz unregelmäßig gestaltete Körner; die des Bronzit sind besonders regellos geformt und umschließen öfter kleinere Olivinkörner; aber auch das umgekehrte kommt vor.

Der Olivin erscheint vollkommen farblos, der Bronzit zeigt doch die Andeutung eines grünlichen Farbentons.

Der Olivin erweist sich in Schliffen mit Achsenaustritt $\pm$; die Isogyre erscheint in Diagonalstellung fast geradegestreckt. Hieraus ist auf einen Gehalt von zirka 12 Prozent Fayalitsilikat zu schließen.[1] Der Olivin zeigt in vielen Durchschnitten die Erscheinung, welche am Olivinfels aus dem Stubachtale beschrieben wurde.[2] Die Durchschnitte löschen nicht einheitlich aus und zerfallen in längliche Felder, die ungefähr in der Richtung der Auslöschungsrichtung α' gegeneinander abgegrenzt sind. Es liegt also ein Zerfall in Platten ungefähr parallel der Querfläche (100) vor, eine kataklastische Erscheinung, welche im Aussehen und wohl auch im Wesen mit dem kataklastischen Zerfall der Quarzdurchschnitte in Streifen ungefähr parallel der Hauptachse verwandt ist. In der Mehrzahl der Olivindurchschnitte liegen diese Trennungsflächen ungefähr parallel und hiedurch wird eine rohe Andeutung von Parallelstruktur, eine Gefügeregel, hervorgebracht, die schon im Handstück zu bemerken ist. Die Olivine enthalten nicht selten 0·01 bis 0·02 *mm* große Flüssigkeitseinschlüsse, meist mit kleiner, dunkelumrandeter Libelle. Sie sind flächenweise angeordnet und bieten ein ähnliches Bild wie die Ketten von Flüssigkeitseinschlüssen der Granitquarze.

Der Bronzit zeigt schwächere Doppelbrechung als der Olivin ($\gamma - \alpha = 0{\cdot}010$ an einem Schnitt annähernd senkrecht β); $2V$ nahe 90°, Charakter der Doppelbrechung $\pm$ nach der geraden Erstreckung der Isogyre in Diagonalstellung. Hienach ist der Gehalt an Eisensilikat etwa 16 Mol. Proz.[3]

Schnitte nach (010) fallen auf durch die Einschaltung scharf begrenzter, ungemein dünner Lamellen (schmäler als 1 μ) parallel der c-Achse des Wirtes. Bei Dunkelstellung des Bronzit leuchten sie auf, ohne Nicol sind sie nicht wahrnehmbar. Manche verlöschen nach Drehung um 13 bis 15°, andere nach Drehung um 40°. In Querschnitten des Bronzit, welche an dem rechtwinkligen Spaltnetz noch (110) kenntlich sind, in denen ferner auch einzelne Spaltrisse nach (100) und (010) auftreten, sind diese Einlagerungen ebenfalls zu sehen, aber sie erscheinen kürzer, bis etwa 0·05 *mm*. In Schnitten nach (100) sind sie gänzlich unsichtbar. In schiefen Schnitten bieten sie verwaschene Ränder dar.

Augenscheinlich handelt es sich um perthitische Einlagerungen von monoklinem Pyroxen und von Hornblende parallel (100) des Bronzit von der Gestalt schmaler, in der Richtung der *c*-Achse gestreckter Lineale.

Der seltene Picolit bildet spärliche, dunkelbraun durchscheinende Schnitte, die in seltenen Fällen Oktaederform andeuten, meist aber ganz unregelmäßig zackige Formen haben.

Als Neubildungen treten auf: Im Olivin 0·01 bis 0·02 *mm* breite, deutlich grüne Serpentinadern, die die Durchschnitte wie ein Netzwerk durchziehen. Sie sind querfaserig und haben Auslöschungsrichtung α in der Faserrichtung. Manchmal ziehen ganz ähnliche, schmale Serpentinadern auch in die Randpartien der Bronzitdurchschnitte hinein. Doch sind dort häufiger Talkschüppchen, besonders an den Rändern der Durchschnitte, zu bemerken.

---

[1] M. Stark, Zusammenhang des Winkels der optischen Achsen mit dem Verhältnis von Forsterit und Fayalitsilikat beim Olivin. Min. petr. Mitt., *23*, 451, 1904.

[2] F. Becke, Min. petr. Mitt., *14*, 274, 1894.

[3] F. Mrha, Beitrag zur Kenntnis des Kelyphit. Anhang. Min. petr. Mitt., *19*, 149, 1899.

Das vorliegende Gestein ist ein typischer Harzburgit (Rosenbusch). Wie bei anderen Vorkommnissen dieser Gesteinsart ist eine ausgesprochene Krystallisationsfolge kaum nachweisbar, da keiner der Gemengsteile deutliche Krystallformen zeigt. Nur gelegentlich zeigt Pirotit Oktaederform und die Gestalten der Bronzitdurchschnitte sind noch unregelmäßiger als die der Olivinkörner, so daß man allenfalls die Reihenfolge Picotit-Olivin-Bronzit annehmbar finden könnte. Aber eigentlich ist die Struktur allotriomorph körnig. Eine schwache Andeutung von Paralleltextur durch Parallelstellung der längeren Durchmesser der Körner ist im Handstück bemerkbar.

Bei anderen Proben bedingt das Auftreten größerer Bronzitkörner eine äußere Ähnlichkeit mit Porphyrstruktur, namentlich wenn im Fortschreiten der Umwandlung der Olivin weitgehend in kleine Körner zersprengt ist, oder dichter Serpentin eine Grundmasse vortäuscht. Diese Struktur ist aber von echter Porphyrstruktur weit verschieden.

Dunit mit reichlichem Chromitgehalt.

Westfuß der Kodra Lužs (Dünnschliff Nr. 2972). Vgl. geologischer Bericht, p. 30.

Östlich von Lužs erhebt sich die Bergkuppe Kodra Lužs bis zur Höhe von 1250 *m*; an ihrem Westfuße sammelte F. v. Kerner dort, wo die vom Ostrande der Konglomeratdecke des mittleren Valbonatales ansteigenden Hänge ihre Neigung gegen SW mit einer solchen gegen WNW vertauschen, eine durch schlierige Anreicherungen von Chromit ausgezeichnete Abart des Peridotites in anstehenden Felspartien.

Das gelblich anwitfernde Gestein ist dunkel gefleckt durch linsenförmige körnige Chromit-Schlieren, die etwa 3 bis 5 *mm* mächtig und 1 bis 2 *cm* lang sind. Parallelstruktur ist dadurch schwach angedeutet. Sie machen etwa die Hälfte der Gesteinsmasse aus. Das spezifische Gewicht des Gesteines ist 3·552.

Im Schliff erscheint der Chromspinell braun durchsichtig, die Farbe wird gegen den Rand der Durchschnitte und längs durchsetzenden feinen Haarrissen schwarzbraun und undurchsichtig in fast unmerklichem Übergang. Auf Klüftchen ist Serpentin eingedrungen, faserig quer zur Erstreckung der Klüftchen, α in der Richtung der Fasern. In den am tiefsten eingedrungenen Sprüngen hat sich ziemlich spärlich Klinochlor in farblosen Schuppen angesiedelt.

Der umgebende Olivin erweist sich zur Hälfte serpentinisiert. Das Geäder besteht aus querfaserigem Serpentin mit α in der Faserrichtung. Bisweilen sind auch die Felder innerhalb der Maschen des Serpentinnetzes in Serpentinsubstanz umgewandelt. Hier treten oft isotrope, bräunlich trübe Verwitterungsprodukte auf, die genauer zu klassifizieren auf optischem Wege nicht möglich ist. Bronzit ist in dieser Probe nur wenig vorhanden.

In den losen Massen des Talgrundes fand v. Kerner[1] Brocken von derbem Chromerz von mittelkörniger Textur. Eine etwa kinderfaustgroße Probe im Gewicht von 390 *gr* zeigt ziemlich reinen Chromit vom spezif. Gewicht 4·248, halbmetallischem Glanz und schwarzbrauner Farbe.

Harzburgit (Halbserpentin).

Westfuß des Kodra Lužs (Dünnschliff 2974). Vgl. geologischer Bericht p. 30.

Von demselben Fundort stammt ein Handstück eines schwärzlichgrünen Gesteins mit unebenem glitzerndem Bruch. In der dunklen Hauptmasse leuchten, ungefähr ein Viertel der Oberfläche einnehmend, 3 bis 4 *mm* große Spaltflächen von Bronzit auf.

Im Dünnschliff erscheinen als Hauptgemengteile: Olivin ungefähr zur Hälfte in der hinlänglich bekannten Art durch grünen Serpentin ersetzt. Die Mittellinien der Serpentinschnüre sind hier häufig

[1] Vgl. den geolog. Bericht p. =.

durch Magnetitkörnchen und Flitter bezeichnet. Der Serpentin ist querfaserig mit α in der Faserrichtung, er fällt durch niedere Doppelbrechung und bläulichweiße Interferenzfarbe auf. Der Olivin erweist sehr schwach negativen Charakter der Doppelbrechung, $2\,V\alpha = 90°$, $\gamma-\alpha = 0\cdot036$, ist also kaum merklich eisenreicher als jener von Nr. 2971.

Die Korngröße des Olivin ist beträchtlicher als man nach der Beobachtung mit freiem Auge am Handstück erwarten würde (bis 3 *mm*). Es finden sich aber auch kleine Körner bis 0·01 *mm*, jedoch viel spärlicher. Krystallform ist nicht zu sehen.

Der Bronzit bildet ungefähr ebenso große, meist sehr unregelmäßig gestaltete Körner. Er erscheint hier merklich graugrün gefärbt. $2\,V$ ist nahe 90°; $\gamma-\alpha = 0\cdot0108$. Sehr spärlich findet sich auch monokliner Pyroxen in unregelmäßigen mit Bronzit verwachsenen Körnern. Die perthitischen Einlagerungen von monoklinem Pyroxen im Bronzit sind auch hier vorhanden; ihre Dicke sinkt bis zu submikroskopischen Dimensionen unter 1 μ herab.

Randlich finden sich Neubildungen von strahlsteinartiger Hornblende, ferner häufig Talkschüppchen; manchmal ziehen sie sich auf Klüftchen in das Innere der Bronzitdurchschnitte.

Harzburgit mit nephritartigem Strahlstein.

Bach Kodra Lužs West (Dünnschliff 2973). Vgl. geolog. Bericht p. 30.

Dieses Gestein zeigt das Harzburgit-Gemenge in einer abweichenden Umwandlung begriffen und verdient deshalb eine besondere Erwähnung. Leider ist über den Verband dieser Abart mit dem Peridotit und sein Verhältnis zu dem normalen Maschen-Serpentin nichts bekannt, da es sich um Bruchstücke auf sekundärer Lagerstätte handelt.

Für das unbewaffnete Auge bietet das Handstück das Bild eines sehr feinkörnigen dunkelgraugrünen Gesteins. Es bricht ziemlich scharfkantig und ist ziemlich hart.

Im Dünnschliff erweisen sich als Hauptgemengteile:

Olivin, feinkörnig (1 *mm* Korngröße) stark zersprungen, auf den Klüftchen hat sich viel Magnetit neugebildet. Serpentin ist nicht viel entstanden. Die Kornreste des Olivin in den Maschen des Serpentinnetzwerkes fallen durch sehr bedeutende Abschwächung der Doppelbrechung von der Mitte zum Rande auf. Es handelt sich dabei nicht etwa um eine primäre Zonenstruktur der ursprünglichen Olivinkrystallloide, sondern jeder von Serpentinhüllen umgebene Brocken des einstigen Individuums zeigt von seiner Mitte zum Rande allmählich abnehmende Doppelbrechung. In einem senkrecht zu β orientierten Durchschnitt wurde gefunden $\gamma-\alpha = 0\cdot040$ in der Mitte bis $0\cdot028$ am Rande. In der Lichtbrechung ist kein Unterschied wahrzunehmen.

Spärlich tritt Chromit auf in kleinen, wenig durchsichtigen Körnern.

Statt des Bronzit finden sich nur Pseudomorphosen, welche aus einem farblosen Hornblendemineral mit den Eigenschaften des Strahlsteins bestehen. Schiefe Auslöschung, negativer Charakter der Doppelbrechung, großer Achsenwinkel unmerkliche Färbung wurden beobachtet.

Nur zum Teil ist diese neugebildete Hornblende homoachs zur Bronzitform gelagert. Der größte Teil erscheint in büscheligen oder wirrstängeligen Aggregaten, die von den Pseudomorphosen aus das Gestein durchziehen und die serpentinartigen Neubildungen bei weitem überwiegen. Das Aussehen dieser Aggregate erinnert sehr an Nephrit.

Harzburgit (Halbserpentin).

Čafa Skols (Dünnschliff Nr. 2988). Vgl. geologischen Bericht p. 34.

Dieses schwärzlichgrüne Gestein mit glitzernden Bruchflächen enthält 3 bis 4 *mm* große Körner, die sich in der Farbe wenig abheben, aber durch den metallähnlichen Perlmutterglanz der Spaltflächen bemerkbar werden (Bronzit). Sie machen etwa $^1/_4$ bis $^1/_5$ der Masse aus.

Die Beschreibung dieses Gesteins würde ziemlich genau eine Wiederholung der vorigen sein. Der Olivin, von dem etwa die Hälfte noch erhalten ist, steht nach Doppelbrechung und Streckung der Isogyre in Diagonalstellung an der Grenze von + und —. Hie und da erkennt man an den Resten die p. 2 [370] beschriebene kataklastische Absonderung nach (100). Der Bronzit bildet häufig etwas größere Körner als der Olivin und tritt gern in Gruppen von 3 bis 4 Individuen auf. Es kommen aber auch sehr kleine Individuen vor. Er erweist sich als schwach +, $2V_\gamma \gtreqless 90°$. Schnitte nach (010) zeigen die perthitischen Lamellen, die auch hier die Auslöschungsschiefe des monoklinen Pyroxen zeigen, von 0·01 *mm* bis herab zu kaum merklicher Dünne. Selten (in einem Dünnschliff von etwa 2 cm^2 Fläche nur 3 bis 4 Durchschnitte) kommt auch monokliner Pyroxen vor. Beide Pyroxene sind sehr blaß und in der Färbung vom Olivin nicht unterscheidbar.

Picotit ist sehr spärlich, macht nur etwa $^1/_{10}$ eines Volumprozents aus. Magnetitkörnchen finden sich sparsam an den Rändern der Olivinkörner.

An der Grenze der Pyroxene tritt öfter farblose Hornblende auf, die die Neigung zeigt, zu divergent strahligen oder faserigen Bündeln auszuwachsen. Ferner findet sich hier öfter Talk in Schüppchen, die immerhin einige Hundertstel *mm* erreichen; sie sind gut erkennbar an der glimmerähnlichen Spaltung, der geringeren Lichtbrechung, der starken Doppelbrechung und den perlmutterartigen Interferenzfarben.

Nur ab und zu greift auch Serpentin in die Pyroxene ein, und zwar in zweierlei Form:

1. Selten sieht man auf Klüften (meist auf Querklüften) vom benachbarten Olivin her in Form von Adern Serpentin eindringen, der dieselbe Orientierung und Doppelbrechung hat wie im Olivinserpentin; die Polarisationsfarben sind bläulich weiß, $\gamma - \alpha = 0·004$ an den Stellen mit größtem Gangunterschied.

2. Etwas häufiger tritt er pseudomorph nach Bronzit auf. Die homoachsen Fasern sind positiv in der Richtung der c-Achse des Bronzit. Dies ist also der Bastitserpentin. In Lichtbrechung und Farbe ist er dem Olivinserpentin gleich; über Stärke der Doppelbrechung kann hier wegen der Seltenheit der Durchschnitte nicht geurteilt werden. (In günstigeren Beispielen erweist er sich stärker doppelbrechend als der Olivinserpentin.)

Harzburgit-Serpentin.

Vollserpentine, die von den ursprünglichen Gemengteilen nur spärliche Reste oder nur Pseudomorphosen zeigen, lagen mir von mehreren Fundorten vor. Genauer untersucht wurden folgende Stücke:

Harzburgit-Serpentin mit Chrysotiladern.

von Bitüči Ost (Dünnschliff Nr. 2976). Siehe geologischer Bericht p. 33 Schluß.

Das Handstück zeigt matt schwärzgrünen Serpentin von mehr oder weniger parallelen Chrysotiladern durchzogen.

Unter dem Mikroskop zeigen sich in dem von Magnetitkörnchen reichlich durchsetzten Serpentin Stellen, die die typischen Maschenstruktur erkennen lassen mit Querfaserung der Netzbalken und α in der Längsrichtung der Fasern. Große Teile der Felder zwischen diesem Netz erscheinen isotrop. Viele Partien zeigen aber parallelfaserige Serpentin-Aggregate mit γ in der Längsrichtung der Fasern; das sind homoaxe Pseudomorphosen von Serpentin nach Bronzit—Bastit. In Farbe und Lichtbrechung ist kein merklicher Unterschied gegen den Maschenserpentin aus Olivin.

Der Schliff ist von zahlreichen ungefähr parallelen Chrysotiladern durchzogen. Diese zeigen das bekannte, an ein Moiréband erinnernde Bild mit quer zur Richtung der Bänder verlaufenden Faserung. Die Lichtbrechung γ entspricht der Richtung der Faserung. Bei Einstellung dieser Schwingungsrichtung ist kein merklicher Unterschied in der Lichtbrechung gegen den Serpentin erkennbar, dagegen erweist

sich die Schwingungsrichtung α niedriger als die Lichtbrechung des umgebenden Serpentins, die Doppelbrechung des Chrysotils merklich höher (vgl. die zahlenmäßigen Angaben p. 14 [382]). Die Chrysotiladern sind vollkommen frei von Magnetit-Ausscheidungen.

Hier ist auch einzureihen

Harzburgit-Serpentin

von Čafa Prousit (Dünnschliff Nr. 2982 und 2983). Vgl. geologischer Bericht p. 36.

Es ist ein dunkelschwarzgrüner Serpentin von mattem Glanz mit $^1/_2$ bis 1 *cm* großen Bastittafeln, die ungefähr $^1/_4$ der Schliffläche einnehmen. Der Maschenserpentin mit dem querfaserigen Netzwerk und α in der Faserrichtung und den pseudoisotropen Feldern dazwischen ist dem vorigen Gestein ganz ähnlich. Die Bastitschnitte zeigen hier stärkere Doppelbrechung als der Serpentin des Netzwerkes und sind überhaupt etwas komplizierter gebaut. An den Rändern und stellenweise auch im Innern der Pseudomorphosen nach Bronzit treten Serpentin-Aggregate auf, welche von derselben Stärke der Doppelbrechung zu sein scheinen als die homoachse Bastitpartie. Neben unregelmäßig schuppig erscheinenden Aggregaten kommen auch solche vor, bei denen die γ-Richtung senkrecht zur c-Achse der Pseudomorphosen liegt. In den Adern des Maschenserpentins ist in mäßiger Menge feinkörniger Magnetit abgeschieden. Die parallelfaserigen Bastitdurchschnitte sind durch bräunliche Infiltrationen heimgesucht.

Nach Picotit wurde vergeblich gesucht.

Schliff 2983 desselben Vorkommens zeigt das Gestein durchsetzt von zahlreichen Chrysotiladern. Sie verhalten sich genau so wie im Gestein von Ost-Bitüci (2976).

II. Pyroxenit.

Mit dem vorherrschenden Olivinfels und Serpentin treten in dem von v. Kerner bereisten Gebiet Pyroxenite auf, die augenscheinlich etwas verschiedene Art des Auftretens besitzen. Der geologische Bericht zeigt, daß an manchen Stellen Pyroxenitgänge auftreten. Taf. II, Fig. X werden sogar sich gabelnde Gänge abgebildet, so daß an der Gangnatur derartiger Vorkommen nicht gezweifelt werden kann. In anderen Fällen scheinen pyroxenitische Gemenge als schlierige Ausscheidungen aufzutreten, was namentlich durch die Bemerkung des Beobachters nahe gelegt wird, wo er beschreibt, wie die durch überragende Größe und die glänzenden Spaltflächen hervorstehenden Pyroxene im Gestein sich allmählich anreichern und schließlich zu einem grobkörnigen Pyroxenfels zusammentreten. Aus den zur Untersuchung vorliegenden Proben läßt sich entnehmen, daß die vorkommenden Pyroxenfelse in ihrem Aussehen immerhin einigermaßen variieren, ohne daß sich aber entscheiden ließe, ob bestimmte Typen gangförmig, andere in der Art schlieriger Ausscheidungen auftreten.

Gemeinsam ist aber allen mitgebrachten Proben das grobe bis sehr grobe Korn, das diesen untergeordneten Abänderungen zukommt, sowie der Mangel deutlicher Krystallformen. In beiden Beziehungen gemahnen diese Abarten des Gesteins an die grobkörnigen Pegmatite der Granitstöcke, mit denen sie vielleicht auch in genetischer Beziehung eine gewisse Verwandtschaft bekunden.

Von Suka Pjanit (Geol. Ber., p. 29). Dünnschliff Nr. 2985, und von Bitüči Ost (Geol. Ber., p. 33) lagen mir große derbe Spaltstücke von Bronzit vor, die lichtgraugrüne, schon an Enstatit erinnernde Farbe haben. Submikroskopische Einschaltungen von monoklinem Pyroxen treten im Schliff reichlich hervor, mit freiem Auge bemerkt man sparsam eingelagert glasglänzende Spaltflächen mit dem Hornblendewinkel von etwas dunkler grüner Farbe.

Von Bitüči (Geol. Ber. p.)33stammen sehr grobkörnige Aggregate wallnußgroßer Diallag-Individuen. Die Farbe ist entschiedener ins grün geneigt als beim Bronzit. Der Perlmutterglanz der Absonderung nach (100) ist sehr auffallend. Leicht gelingt es dünne Platten nach dieser Fläche abzuheben, die im Konoskop bei richtiger Einstellung in der Symmetrieebene nach oben zu den Austritt der Achse A zeigen. Die Winkel der Achse mit der Normalen von (100) wurde mit 21° gemessen. Dem entspricht ein scheinbarer

Winkel von $37^1/_2°$, der von Tschermak mit *u* bezeichnet wurde. Dieser Winkel ist 38° 14′ beim Diopsid von Ala und wurde von Tschermak bei verschiedenen Diallagen wechselnd von 27 bis 50° gefunden.[1] Der vorliegende Diallag scheint somit dem reinen Diopsid recht nahe zu stehen. Dies ergibt auch die Untersuchung an dem folgenden Gestein.

Pyroxenit

von Bitüči Ost (Dünnschliff Nr. 2975). Vgl. geologischen Bericht p. 33.

Ein Handstück zeigt ziemlich grobkörnige Textur; Korngröße bis über 1 *cm*. Die Farbe ist im ganzen graugrün, man kann aber dreierlei Gemengteile mit freiem Auge unterscheiden. Vorwaltend sind graugrüne gedrungene Stengel von Bronzit; spärlicher sind kleinere, lebhaft grasgrüne Körner eines monoklinen Pyroxens, beide mit unvollkommener prismatischer Spaltbarkeit. Endlich treten sparsam vollkommen spaltbare dunkelgrüne Körner von Hornblende mit lebhaft glasglänzenden Spaltflächen auf; sie sind völlig allotriomorph und umschließen poikilitisch die beiden anderen Gemengteile.

Unter dem Mikroskop zeigt sich, daß der Bronzit vorherrscht; er bildet mehr als die Hälfte de Durchschnitte, die des öfteren, namentlich dort, wo sie an Hornblende grenzen, Andeutung von Krystallendigungen zeigen, auch vom monoklinen Pyroxen ganz umschlossen vorkommen. Sie sind von bemerkenswerter Reinheit und enthalten außer den sehr feinen Lamellen von monoklinem Pyroxen und Hornblende wenig Verunreinigungen. In Schnitten mit Achsenaustritt zeigt sich schwach negativer Charakter der Doppelbrechung. An einem Durchschnitt senkrecht zu α wurde $\gamma-\beta = 0\cdot 0049$, an einem anderen senkrecht zu γ wurde $\beta-\alpha = 0\cdot 0057$ gemessen.

Dies ist in Übereinstimmung mit dem optischen Charakter, wie er aus der Hyperbelkrümmung erschlossen wurde. Direkte Messung von $\gamma-\alpha$ an einem Schnitt senkrecht β gab $0\cdot 011$ in recht guter Übereinstimmung. Aus den Verzögerungen folgt ein ungefährer Wert für $2\,V\alpha = 86°$ und hieraus ein Gehalt von $FeSiO_3$ von etwa 20 Mol. Proc. Pleochroismus ist nicht wahrnehmbar.

Der monokline Pyroxen bietet unter dem Mikroskop die Merkmale von Diallag. Durch eine viel größere Zahl von Einschlüssen verschiedener Art ist er vom Bronzit schon ohne Anwendung des polarisierten Lichtes leicht zu trennen. Seine Menge ist größer als man von freiem Auge vermuten würde. Er umschließt dünne Lamellen von Bronzit, ist von einer Rinde von farbloser Hornblende umwachsen, die in zahlreichen isolierten Partikeln auch ins Innere der Diallagkörner eindringt, die mit dem Diallag nach dem bekannten Gesetz parallel verwachsen sind. Diese Hornblendeflitter erreichen Dimensionen von einigen Hundertsteln Millimetern. Außerdem enthält er in unregelmäßiger Verteilung kleine Magnetitkörnchen (zirka $0\cdot 01\,mm^2$). An einem ziemlich gut senkrecht β getroffenen Schnitt wurde $c\gamma = 40°$, $\gamma-\alpha = 0\cdot 028$ gemessen. Ein anderer Durchschnitt ergab $2\,V\gamma = 58°$.

Die Lücken zwischen den Pyroxenkörnern werden von einer sehr hellen, klaren, einschlußfreien Hornblende ausgefüllt. Vielfach ist sie parallel orientiert mit dem angrenzenden Diallag, so daß sie gleichzeitig mit den Hornblendeflittern desselben benachbarten Diallagkornes auslöscht. Ausläufer schieben sich zwischen die Pyroxenkörner und verleihen den Hornblendedurchschnitten oft ganz abenteuerliche an Amöbenzeichnungen erinnernde Umrisse.

An der Hornblende wurde bestimmt: $c\gamma = 15\cdot 5°$, $2\,V\alpha = 78°$, $\gamma-\alpha = 0\cdot 027$. Das ist die Orientierung des Strahlsteins.

An günstigen Schnitten kann man sich überzeugen, daß die Achsen A von Diallag und der damit parallel verwachsenen Hornblende fast zusammenfallen. In der Tat ist der Winkel

$$cA \text{ Hornblende} = c\gamma+\gamma A = 15\cdot 5°+51° = 66\cdot 5°$$
$$cA \text{ Diallag} = c\gamma+\gamma A = 40° +29° = 69°.$$

An einem Schnitt dieser Art, der die Achsenebene beider Minerale etwas seitwärts austreten ließ, wurde der Winkel der beiden Achsen A von Diallag und Hornblende $= 4°$ gemessen, während die Orien-

[1] Tschermak: Über Pyroxen und Amphibol. Min. Mitt. 1871, p. 22, 27.

tierung $2^1/_2°$ verlangt. Der Winkel cA für Diallag stimmt sehr gut zu dem Winkel $100.A = 21°$, der an dem Diallag von Bitüči gemessen wurde.

Die Hornblende hat trotz ihres dunkelgrünen Aussehens im Handstück im Dünnschliff sehr lichte Farbe; Pleochroismus ist kaum wahrnehmbar.

Die Erscheinungen lassen klar erkennen, daß die Hornblende im wesentlichen nach den Pyroxenen zur Krystallisation gelangte und daß sie in einer späteren Phase der Gesteinsverfertigung, und zwar zum Teil auf Kosten des Diallag entstand.

Die Reihenfolge Bronzit-Diallag-Hornblende (Strahlstein) ist im Dünnschliffbild klar ausgesprochen.

Akzessorische Gemengteile (abgesehen von den Magnetitkörnchen im Diallag) fehlen. Von eigentlich sekundären Neubildungen und Umwandlungen ist der Schliff frei.

Olivinführender Pyroxenit,

Godenj, Čafa Prousit. (Dünnschliff Nr. 2986). Vgl. geologischer Bericht p. 36.

Dieses Gestein ist mittel- bis feinkörnig, schwärzlich-grün; in der Verwitterungsrinde treten die rhombischen Pyroxene mit auffallendem Bronzeglanz hervor, während andere an Menge zurücktretende Körnchen glanzlos schwarz aussehen und als kleine Knötchen hervorragen.

Das Mikroskop zeigt ein körniges Gemenge von vorwaltendem rhombischen Pyroxen, der noch am meisten Andeutungen von Krystallform zeigt, aus einer beträchtlichen Menge von Körnern monoklinen Pyroxens, zum Teil Zwillingen nach (100) und aus einer noch kleineren Anzahl von Olivinkörnern, die sehr unregelmäßige Formen als Lückenbüßer annehmen und öfter in Gruppen von einigen Individuen versammelt sind.

Der Olivin ist sehr frisch, von Sprüngen netzförmig durchzogen, auf denen sich Magnetit angesiedelt hat. Serpentinbildung hat kaum begonnen. Der Charakter der Doppelbrechung ist schwach negativ.

Der rhombische Pyroxen zeigt die Eigenschaften von Bronzit, $2\,Va = 87°$ aus mehreren Beobachtungen abgeleitet (18% $FeSiO_3$). Wie immer sehen seine Durchschnitte recht verschieden aus je nach der Schnittrichtung. Schnitte (010) zeigen die zarten Lamellen von monoklinem Pyroxen nach 100) eingeschaltet, oft von submikroskopischer Breite. Auch in den Querschnitten sind sie zu sehen, wiewohl schwieriger, da sie hier wegen der Achsennähe niedrige Interferenzfarben haben. Schnitte nach (100) lassen sie nicht erkennen. Hier erscheint der Bronzit homogen ohne es in Wahrheit zu sein. Pleochroismus ist kaum erkennbar.

Der monokline Pyroxen zeigt gleichfalls in den Schnitten (010) zarte Lamellen parallel (100) eingelagert, die bei Dunkelstellung hell bleiben. $c\gamma = 39°$, $\gamma - \alpha = 0 \cdot 028$, $2\,V\gamma = 56°$. Aus Beobachtungen in einem Achsenschnitt ergibt sich $\gamma - \alpha = 0 \cdot 029$ in guter Übereinstimmung. Dispersion der Achsen ist im Dünnschliffpräparat ganz unmerklich.

Das Gestein erweist sich in der Hauptmasse als bemerkenswert frisch; doch ist der Schliff von einem mehrere Millimeter breiten Streifen durchzogen, innerhalb dessen auffallende Veränderungen einsetzen. Vor allem ist hier reichlich blaßgrün gefärbte Hornblende entwickelt. Sie tritt nicht in Krystallform auf, sondern in sehr unregelmäßig gestalteten ineinander verschränkten Individuen, die intensiv und ziemlich unregelmäßig und absätzig nach (100) verzwillingt sind. Die Hornblende ist sehr blass gefärbt, Pleochroismus kaum wahrnehmbar; die optischen Charaktere sind die von gemeiner Hornblende: $c\gamma = 15°$, $2\,V\alpha = 87°$, $\gamma - \alpha = 0 \cdot 024$.

Der Hornblende reiche Streifen ist von dem frischen unveränderten Pyroxenit nicht scharf getrennt. Der Übergang erfolgt so, daß an den dem Hornblendeaggregat benachbarten Teilen besonders der monokline Pyroxen, aber auch Bronzit und Olivin teilweise in Hornblende umgewandelt sind. Die Pseudomorphosen nach monoklinem Pyroxen sind homoachs, aber dieHornblende ist nicht feinfaserig wie bei Uralit, sondern ziemlich kompakt.

In diesem Gesteinsstreifen ist Magneteisenerz zum Teil in deutlichen Oktaederchen von 0·02 bis 0·03 *mm* Kantenlänge häufig.

In demselben Streifen und von da auch außerhalb desselben allmählich abklingend, ist an den Rändern der Pyroxendurchschnitte häufig Talk gebildet worden. Olivinkörner, die im Bereich dieses Streifens liegen oder an ihn angrenzen, zeigen gelegentlich allerhand Neubildungen: Eines farblos, serpentinähnlich, zum Teil nach Art des gewöhnlichen Aderserpentins, zum Teil in wirrschuppigen Nestern von kleinen, antigoritähnlichen winzigen Schüppchen mit sehr schwacher Doppelbrechung und übernormalen Interferenzfarben.[1] Ein zweites Mineral, das nesterweise neben Olivin vorkommt, bildet größere Individuen mit deutlicher glimmerähnlicher Spaltbarkeit mehr von der Gestalt von Körnern als von Schuppen. Die Spaltrisse entsprechen γ, senkrecht dazu liegt α. Pleochroismus in schmutziggrünen Tönen $\gamma > \alpha$; die Auslöschung ist einige Grade gegen die Spaltrisse geneigt. Vielleicht Nontronit.

III. Feldspatgesteine.

Norit, Gabbro, Diorit.

Nur von zwei Stellen des Peridotitgebietes berichtet v. Kerner das Auftreten feldspathaltiger Gesteine: vom Talbecken von Bitüči und von Babai Boks. Beide lieferten nur Rollstücke auf sekundärer Lagerstätte, so daß über die Beziehungen dieser Gesteine zu dem Nebengestein nichts gesagt werden kann. Es ist aber doch in beiden Fällen wahrscheinlich, daß sie dem Peridotitgebiet entstammen und als irgend welche Differentiationsprodukte dès Peridotitmagmas anzusehen sind.

Folgende Proben wurden genauer untersucht:

Hypersthen-Gabbro,

Mittel Bitüči (Dünnschliff Nr. 2977). Vgl. geologischer Bericht, p. 33.

Das kleine Handstück erscheint als weiße, spätige Masse von feldspatähnlichem Aussehen, welche zwei Drittel des Gesteins ausmacht, darin liegen 1 bis 2 *cm* große Krystalloide und Körner von dunkelbraungrüner bis schwarzer Farbe. Das spezifische Gewicht ist 2·977. Unter dem Mikroskop erwiesen sich als ursprüngliche Gemengteile Plagioklas, Hypersthen, Diallag, Hornblende, auffallenderweise kein Erz.

Der Plagioklas ist viel gröber körnig als man nach dem Ansehen mit freiem Auge vermuten möchte. Die Korngröße schwankt beträchtlich: kleinere Individuen sind oft zu mehreren in Aggregaten vereinigt. Der Plagioklas entbehrt jeder Andeutung von Krystallform oder von Zonenstruktur. Zwillingslamellierung ist sehr verbreitet, oft in ungemein feiner Ausbildung. Oft sind die Lamellen etwas krumm, selten reichen sie durch den ganzen Durchschnitt. Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz wurden vergeblich gesucht. Öfter finden sich zu der vorherrschenden Lamellierung ungefähr senkrechte Lamellenscharen; aber diese nahezu rechtwinkligen Lamellengitter sind keineswegs die Regel. Häufig schließen die vorwaltenden Lamellen mit scharfen geradlinigen Spaltrissen (augenscheinlich nach *P*) spitze Winkel ein, die bis 19° erreichen können. Schon hieraus ist zu entnehmen, daß die häufigen Zwillingslamellen dem Periklingesetz entsprechen und daß eine ziemlich anorthitreiche Plagioklasmischung vorliegen muß. Dies bestätigt die optische Untersuchung. Der Brechungsexponent ist beträchtlich höher als der von Canadabalsam. Schnitte mit nahezu rechtwinkeligem Lamellengitter geben Auslöschungsschiefen von 30 bis gegen 45° zwischen der Richtung der Zwillingslamellen und der Auslöschungsrichtung α. Schnitte mit Achsenaustritt (Achse *B*) zeigen, daß die Richtung der Zwillingslamellen mit der Ebene der optischen Achsen zirka 30° einschließt, was nur bei Annahme des Periklingesetzes möglich ist (dieser Winkel ist bei Lamellierung nach dem Albitgesetz 60°).

Weitere Beobachtungen lehren, daß der Plagioklas dem Anorthit sehr nahe stehen muß. Der optische Charakter ist nach der Hyperbelkrümmung negativ. In einem derartigen Schnitt wurde ge-

[1] Das einzige Gestein, in dem ein dem Antigorit ähnliches Serpentinmineral gebildet wurde.

funden: Winkel der Achsenebenen 58°; Durchschnitt der Achsenebenen erfolgt zwischen Achse B und γ, Winkel der Achsen $BB_{\pi} = 10°$. Für Anorthit Somma wäre dieser Winkel 12°, der Winkel der Achsenebenen 55°.

Der Feldspat ist reichlich von Zersetzungsprodukten erfüllt. Sie erscheinen teils trüb, krypto-krystallin, teils wirrschuppig, teils aus rosettig angeordneten Büscheln von Schüppchen zusammengesetzt; die größeren Schuppen, die bis zu einigen Hundertstel Millimeter erreichen, geben leistenförmige Querschnitte mit glimmerähnlicher Spaltbarkeit; sie löschen merklich schief gegen die Spaltrisse aus, die Lichtbrechung ist merklich höher als die des Kanadabalsams ungefähr gleich der des Feldspates; die Doppelbrechung ist schwach, α' geht in der Richtung der Spaltrisse. Nach diesen Eigenschaften halte ich das Zersetzungsprodukt für Hydrargyllit.

Unter den dunklen Gemengteilen zeigt der rhombische Pyroxen Andeutungen gedrungen säuliger Krystallform. Er hat die optischen Eigenschaften von Hypersthen. Der optische Charakter ist negativ, $2V\alpha = 62°$; $\gamma - \alpha = 0·014$, Pleochroismus wahrnehmbar: α rötlichgelb, β farblos, γ grünlich. Nach der Tabelle von Mrha ist ein Gehalt von 43 Mol. Proz. $FeSiO_3$ anzunehmen.

Die sonst für Hypersthen so charakteristischen dunklen Einschlüsse fehlen: aber die im polarisierten Licht in Schnitten parallel der a-Achse scharf hervortretenden Lamellen von monoklinem Pyroxen sind vorhanden. Auch hier erreichen sie manchmal außerordentliche Feinheit, aber auch dickere bis zu 0·01 bis 0·02 *mm* kommen gelegentlich vor. Auch zeigen die Durchschnitte öfter einen sehr schmalen Außenrand von monoklinem Pyroxen in Schnitten nach (010).

Diallag ist seltener, zeigt in geeigneten Schnitten $c\gamma = 40°$, $2V\gamma = 54°$ und kleiner, $\gamma - \alpha = 0·027$. Seine Durchschnitte lassen öfter Zwillingsbildung nach (100) erkennen. Krystallformen sind außer in Querschnitten, wo (100), (010), (110) im Gleichgewicht erscheinen, wenn Plagioklas der Nachbar ist, selten zu beobachten. Die Durchschnitte sind kaum merklich grün gefärbt, Pleochroismus fehlt.

Die Hornblende ($c\gamma = 15°$ *cm*, $2V\alpha = 78°$) blaß gefärbt, Pleochroismus schwach, zeigt im Auftreten größere Mannigfaltigkeit. Sie bildet:

a) Kompakte xenomorphe Individuen von deutlich grüner Farbe, die mit sehr unregelmäßiger, oft launig verzweigter Gestalt zwischen den Pyroxenkörnern liegen.

b) Uralitartige Aggregate nach Hypersthen in gesetzmäßiger Verwachsung, auch faserig und inselartig in den Diallag eindringend.

c) Faserige Neubildungen, büschelig, wirrfaserig von nephritähnlicher Beschaffenheit, an der Grenze der Pyroxene und Feldspate.

Das Gestein hat die Zusammensetzung eines plagioklasreichen Hypersthen-Gabbros, weicht aber von normalen Gabbrotypen recht merklich ab:

1. Durch die auffallend weiße Farbe des anorthitähnlichen Plagioklases und durch das Vorwalten der Zwillingsbildung nach dem Periklingesetz.

2. Durch den Mangel an Erz, womit auch das Fehlen der schillernden Einschlüsse in Hypersthen und Diallag in Einklang steht.

Uralit-Gabbro mit nephritischem Grundgewebe.

Mittel-Bitüči (Dünnschliff Nr. 2978). Vgl. geologischer Bericht p. 33.

In dieselbe Verwandtschaft gehört wohl auch das folgende Gestein, das durch seine kompakte Struktur, das hohe spezifische Gewicht, feinkörniges Aussehen und graugrüne Farbe gleichwohl stark abweicht.

Unter dem Mikroskop erweisen sich uralitische Hornblende und Plagioklas als die einzigen wesentlichen Gemengteile.

Die Hornblende ist blaß gefärbt, grün mit kaum merklichem Pleochroismus. Sie bildet häufig gut erkennbare Pseudomorphosen, an denen man im Querschnitt die vorwaltenden Pinakoide und unter-

geordnet das Prisma erkennt. Längsschnitte, namentlich solche nach der Querfläche zeigen öfter das flache Dach der Spuren von s; sie sind kurz und gedrungen, die größten erreichen etwa 1 *mm*.

Pyroxen ist nicht mehr nachweisbar. Die Hornblende ist sehr feinfaserig und gut parallel orientiert. Oft erkennt man die übernommene Zwillingsbildung des Pyroxens nach (100). Besonders die Längsschnitte nach (010) mit den höchsten Interferenzfarben zeigen sie oft und zwar häufig in der Ausbildung von Durchwachsungszwillingen, so daß immer zwei diagonal liegende Viertel des Durchschnittes gleichzeitig auslöschen.

Die Auslöschungsschiefe, abgeleitet aus dem Winkel der opt. Achsen AA' in einem Zwillling nach (100) ist $c\gamma = 15°$; $2V$ ziemlich groß aber noch deutlich α erste Mittellinie. Die Stärke der Doppelbrechung ist die für Hornblende normale.

In manchen, und zwar namentlich in den größeren Pseudomorphosen zeigt die Hornblende innerhalb der Pyroxenform stärkere Abweichungen vom Parallelismus und ein viel unregelmäßigeres Alternieren der beiden Zwillingsstellungen. Solche Durchschnitte sehen manchmal aus wie ein unordentlich geflochtener Zopf von Haaren. Es ist mir nicht unwahrscheinlich, daß diese Uralite von rhombischen Pyroxenen abstammen. Der häufige und unregelmäßige Wechsel der Zwillingsstellungen rührt wohl davon her, daß bei der homoachsen Umwandlung des rhombischen Pyroxens in die monokline Hornblende beide Zwillingsstellungen gleich wahrscheinlich sind. Die Erscheinung erinnert an die Verdrängung von Kalifeldspat durch »Schachbrett-Albit«. Diese Pseudomorphosen treten viel sparsamer auf als die erst beschriebenen.

An den Rändern der Uralite wachsen die feinen Hornblendefasern über die Grenze der Pyroxenform hinaus und sind außerhalb derselben gleichsam der Zucht und Regel der Parallelstellung entronnen. Sie treten zu divergierenden Büscheln auseinander und verfilzen sich zu wirrfaserigen an Nephrit erinnernden Aggregaten: dabei werden die Fasern sehr fein bis unter 0·01 *mm* hinunter.

In dem graugrünen Filz von Hornblendefasern liegen, etwa ein Viertel der Masse ausmachend, durchsichtige frische Körner von Plagioklas. Deutliche Krystallformen sind nicht zu beobachten. Durch eine etwas trübe Zone feinster unbestimmbarer Körnchen sind sie von der Hornblende getrennt. Die Umrisse lassen eine Korrosion des Feldspates bei Ausbildung des nephritischen Filzes vermuten. Im Inneren sind sie klar und durchsichtig. Zwillingsbildung nach Albit- und Periklingesetz ist oft zu sehen, auch Andeutungen von Karlsbader Zwillingsbildung. Die Lamellen sind oft sehr zahlreich und überaus fein, oft weniger als 0·01 *mm* breit. Schnitte senkrecht zu M und P geben Auslöschungsschiefen $M\alpha'$ bis 44°. In einem geeigneten Durchschnitt konnte der Winkel $B_1 B'_2$ mit zirka 10° gemessen werden und die Achsenebenen kreuzen sich entsprechend Fig. 6*b* oder *c* zwischen B und α.[1] Hieraus ist auf eine recht anorthitreiche Plagioklasmischung zwischen 80 und 90% An zu schließen. Hiemit stimmt auch der an der Hyperbelkrümmung erkannte negative Charakter der Doppelbrechung. Außer diesen beiden Mineralen treten in geringer Menge Gruppen trübweißer Leukoxenkörnchen auf, bisweilen noch spärliche Reste schwarzen Erzes umschließend. Hie und da weichen in dem Nephritfilz die Strähne von Hornblendefasern etwas auseinander und liegen in einem etwas schwächer lichtbrechenden Mineral ohne deutliche optische Reaktion (Serpentin?).

Durch die Uralitisierung der Pyroxene ist die ursprüngliche Struktur des Gesteins sehr verwischt und verschmiert. Die entscheidenden Grenzverhältnisse der ehemaligen Hauptgemengteile sind nicht mehr festzustellen. Es scheint wohl, daß die Pyroxene wenigstens teilweise idiomorph entwickelt waren. Die Vortäuschung einer Grundmasse durch den jetzt alle Zwischenräume erfüllenden Nephritfilz darf nicht als Kennzeichen einer ehemaligen porphyrischen Struktur gewertet werden. Die vorliegende Struktur ist pseudoporphyrisch, durch Metamorphose hervorgebracht.

Wenngleich wahrscheinlich viel Feldspatsubstanz durch diese Umwandlung verbraucht wurde, kann das vorliegende Gestein schwerlich so plagioklasreich gewesen sein, wie die früher beschriebenen Gesteine Hypersthen-Gabbro und Norit.

---

[1] Vgl. F. Becke, Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., *75*, p. 118.

Norit,

Babai Boks (Dünnschliff Nr. 2980). Vgl. geologischen Bericht p. 35.

Dieses Gestein gleicht bis auf das Fehlen von Diallag und das Zurücktreten der Hornblende-neubildungen sehr dem von Bitüči. Der Plagioklas ist weniger stark zersetzt, die Neubildungen teils kryptokrystallin, teils schuppig, hier aber von glimmerähnlicher Orientierung (γ in der Richtung der Spaltrisse).

Am Hypersthen zeigen sich besonders in Querschnitten Andeutungen von Zonenstruktur mit Zunahme der Fe-Verbindung in einer schmalen übrigens unregelmäßig entwickelten Außenzone. Auch hier fehlen Erze und Akzessorien, sowie die Schillereinschlüsse im Hypersthen, obwohl dieser kräftigen Pleochroismus zeigt.

Diorit,

Babai Boks (Dünnschliff Nr. 2981).

Auch diese Probe stammt von den Geröllanhäufungen, von welchen der geologische Bericht p. 35 Kunde gibt. Sie zeigt eine ziemliche Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Feldspat führenden Gesteinsarten an, was übrigens nichts befremdliches oder ungewöhnliches darstellt.

Die Probe besteht aus einem mittelkörnigen Gemenge von ungefähr gleich viel schwarzgrüner Hornblende und (durch Zersetzung) porzellanweißen trüben Feldspat. Korngröße etwa 3 bis 4 *mm*.

Unter dem Mikroskop sind als Gemengteile zu erkennen:

Hornblende in Körnern ohne gut erkennbare Krystallform von grüner Farbe, die von Korn zu Korn verschieden intensiv ist. Die dunkelsten Körner enthalten reichlich mikroskopische Erzeinschlüsse, Nädelchen und Körnchen. Die optischen Eigenschaften sind die gewöhnlichen: $c\gamma = 15°$ $2 V\alpha = 74°$, $\gamma—\alpha =$.

Die dunklen Körner sind stark pleochroitisch γ grün ins bläuliche, β bräunlich grasgrün, α lich, gelblichgrün. Die heller gefärbten Körner sind schwächer pleochroitisch.

Die Feldspate sind sehr stark zersetzt. Im Innern der Durchschnitte haben sich Inseln von zweierlei stark lichtbrechenden Neubildungen entwickelt, die meist gesondert auftreten:

1. Epidot stellenweise ziemlich grobkörnig mit ausgesprochener Abnahme der Doppelbrechung nach außen, stellenweise in ganz guten Säulen ausgebildet.
2. Prehnit, körnige Aggregate aus sehr unregelmäßig gestalteten und in einander verschränkten Individuen.

Auf Klüften kommen diese beiden Minerale zusammen vor, derart, daß der Epidot die Wände bekleidet, Prehnit den übrig bleibenden Raum erfüllt, nicht selten in den rosettigen oder fächerförmigen Aggregaten, die er so gerne bildet.

Vom Feldspat sind nur trübe Reste übrig geblieben, die gitterförmige Zwillingslamellierung manchmal noch erkennen lassen. Genauere Bestimmung ist nach dem Erhaltungszustand unmöglich.

Hie und da bemerkt man Nester von optisch + Chlorit mit stark unternormalen Polarisationsfarben (Klinochlor). Er bildet oft radial gestellte Blättchen, die dann Andeutungen des Brewster'schen Kreuzes zeigen. Nicht selten hat er sich zwischen Feldspat und Hornblende eingedrängt. Bemerkenswert ist das Fehlen von Erzkörnern.

Diorit mit Andeutung von Parallelstruktur.

Babai Boks (Dünnschliff Nr. 2979).

Auch diese Probe stammt von der Fundstelle, die im geologischen Bericht, p. 35, erwähnt ist. Das vorliegende Handstück von graugrüner Farbe zeigt mittleres bis feines Korn, eine Andeutung von Parallelstruktur.

Unter dem Mikroskop sind als Gemengteile nur Hornblende und Plagioklas zu erkennen.

Die Hornblende bildet kurze dicke Säulen, die bis 3 *mm* Größe erreichen. Im Querschnitt sind öfter die Flächen (110), (010), (100) angedeutet; Kopfflächen fehlen. Die Farbe ist blaßgrün mit kaum merklichem Pleochroismus. $c\gamma = 18$ bis $19°$. $2V\gamma = 82°$, $\gamma - \alpha = 0 \cdot 022$.

Diese Merkmale deuten auf eine an Pargasitsubstanz reiche Mischung. Zonenstruktur ist nicht zu erkennen. Zwillingsbildung nach (100) ist, gelegentlich in Form dünner eingeschalteter Lamellen, nicht besonders häufig. Das Mineral ist arm an Einschlüssen.

Plagioklas bildet rundliche Körner ohne Andeutung von Krystallform, die nesterweise in Aggregaten zwischen den Hornblenden auftreten, etwa ein Viertel der Hornblendemenge ausmachend. Diese sind durchwegs verzwillingt, häufig gleichzeitig nach dem Albit- und Periklingesetz. Karlsbader Gesetz ist selten. Die Periklinlamellen weichen oft merklich von den Spaltrissen nach P ab. Große Auslöschungsschiefer in Schnitten senkrecht zu M und P, der merklich negative Charakter der Doppelbrechung, die starke Lichtbrechung, wesentlich höher als Kanadabalsam, das Vorkommen von Schnitten, in denen beide Systeme von Zwillingslamellen Achsenaustritt zeigen (leider nicht meßbar wegen Schmalheit der Lamellen des einen Systems); alle diese Merkmale verraten einen dem Anorthit nahe stehenden Plagioklas.

Das Gestein ist ziemlich frisch, der Plagioklas von glimmerähnlich orientierten Schüppchen hie und da getrübt.

Längs mehrerer den Schliff durchziehender Linien, die auch am Handstück zu sehen sind, sind die Gemengteile stark zertrümmert und dazwischen ein farbloses, sehr schwach doppelbrechendes Mineral mit rechtwinkliger Spaltbarkeit, Lichtbrechung niedriger als Kanadabalsam abgesetzt. Diese Linien sind als feine weiße Klüftchen im Handstück bemerkbar. Das Mineral dürfte Analzim sein. Man bemerkt, daß es sowohl Plagioklas als Hornblende verdrängt, deren feine Trümmer in die nahezu einfach brechende krystallinische Masse eingebettet sind.

B. Serpentin der Schieferhornsteinformation.

Im geologischen Bericht werden die Serpentingesteine im Bereich der Schieferhornsteinformation getrennt gehalten von den großen Peridotitmassen im Südosten des Gebietes.

Als hauptsächlichste Unterschiede werden hervorgehoben: das Auftreten in kleineren Gesteinskörpern, das Fehlen der mit freiem Auge erkennbaren frischen Olivingesteine, das Vorkommen von lebhaft grüngefärbten Serpentinvarietäten und der von Baron Nopcsa als »glasiger Serpentin« bezeichneten Abart, endlich die innige Verknüpfung mit grüngefärbten Schiefern, deren Verhältnis zu dem Serpentingestein im übrigen unentschieden ist.

Um durch petrographische Untersuchung zur Klarstellung der hier auftretenden Fragen einiges beizutragen, wurden auch von einigen ausgewählten Proben dieser Gesteine Dünnschliffe hergestellt und mikroskopisch untersucht.

Als Beispiel der Serpentingesteine dieser Zone wurde das folgende ausgewählt.

Harzburgit-Serpentin von Tropoja.

Dünnschliff Nr. 2987. Vgl. geologischer Bericht p. 26.

Dieses Gestein fällt durch die zierliche Durchaderung von Chrysotil auf, es bildet Geschiebe in den Schottern des Tropojabaches.

Es ist ein auffallend dunkelschwarzgrünes Gestein mit einem Netzwerk von 1 bis 3 *mm* starken ölgrünen Chrysotiladern. Der Chrysotil läßt sich zu Fasern zerzupfen, doch sind die Fasern nicht besonders biegsam. Spezifisches Gewicht ist 2·676.

Unter dem Mikroskop zeigt sich Maschenserpentin mit der gewöhnlichen Maschenstruktur; wenige Stellen zeigen Andeutungen homoachser Pseudomorphosen von Bastit. Spärlich sind etwa $^1/_2$ *mm* große Picotitkörner. Der Serpentin ist fast frei von Magnetitausscheidungen, aber dafür deutlich grün gefärbt.

Die Chrysotilbänder geben das bekannte Bild der Moirébänder. Das Mineral ist merklich stärker doppelbrechend ($\gamma - \alpha = 0 \cdot 015$) als die am stärksten doppelbrechenden Balken des Maschenserpentins ($\gamma - \alpha = 0 \cdot 011$). Wieder unterschreitet α des Chrysotils merklich die Lichtbrechung des Gesteinsserpentins, hält sich aber über dem Brechungsexponenten des Kanadabalsams.

Aus der Beschreibung geht servor, daß dieser Serpentin keinen wesentlichen Unterschied gegenüber den Harzburgit-Serpentinen des Peridotit-Massivs darbietet.

Der »glasige« Serpentin.

In den geologischen Beschreibungen der albanischen Serpentinvorkommen erwähnt Baron Nopcsa häufig »glasigen Serpentin». Auch v. Kerner erwähnt diese Beschaffenheit häufig, namentlich von den kleineren randlichen Serpentinstöcken und Lagern in der Schieferhornsteinformation. Von mehreren Fundorten lagen mir Proben dieser Serpentinart vor, nämlich von Demusaj, Bardic, Ober-Bunjai, Begaj, Tropoja.

Zunächst sei bemerkt, daß es sich um stark glasglänzenden Serpentin handelt. Der Glasglanz ist an mehr oder weniger striemige Quetschflächen geknüpft; die vorliegenden Handstücke haben durchwegs die Form von gequetschten länglichen Knollen, manchmal Andeutung von Linsen- oder noeh besser Mandelformen. Im Innern, auf Bruchflächen sieht man schwarzgrünen matten Serpentin, die gestriemte glasglänzende Oberfläche ist gelblich oder bräunlichgrün; diese lichtere Masse bildet manchmal nur eine hauchdünne Haut, bisweilen eine mehr als 1 *cm* dicke Kruste.

Parallel zur glasglänzenden Oberfläche ist die Kruste von ebenso glänzenden Flächen durchzogen, nach denen sich leicht dünne durchscheinende Lamellen abheben lassen. Die Masse zerfällt beim Zerdrücken leicht in dünne starre Stengel parallel jener Richtung, welche auf den gestriemten Harnischflächen durch eine Riefung, an den durchscheinenden Blättchen oder im Dünnschliff durch eine feine Faserstruktur ausgezeichnet ist.

An dickeren Krusten erkennt man außer den Ablösungen parallel den glasglänzenden Harnischflächen noch glatte Absonderungen, die auf der Harnischfläche senkrecht stehen und der Faserrichtung parallel gehen. Diese sehen vollkommen matt und glanzlos aus, und man bemerkt einen ausgezeichnet feinsplittrigen Bruch.

An einem ausgezeichneten lichtspargelgrünen Exemplar von Ober-Bunjai (Geol. Ber. p. 18) wurden einige Untersuchungen angestellt (Dünnschliff 3050—3052).

Das spezifische Gewicht von drei ausgesuchten Stücken wurde im lufttrockenen Zustand gleich nach dem Eintauchen in Wasser mit 2·47, 2·44, 2·508 bestimmt. Die Stücke wurden dann einige Zeit im Wasserbade erwärmt, wobei unendlich feine Luftblasen austraten. Nach Abkühlung wurde das Gewicht in Wasser merklich größer gefunden und das spzifische Gewicht ergab sich zu 2·55, 2·528, 2·576, im Mittel 2·55. Manche Exemplare zeigen eine weißlichgrüne, wenig durchscheinende Farbe und sind offenbar in noch höherem Maße porös; sie haften stark an der feuchten Zunge und verhalten sich überhaupt ähnlich dem Meerschaum. Die frischen Exemplare sind kantendurchscheinend. Man erkennt dreierlei Arten von Absonderungsflächen.

1. Parallel der feingestriemten Harnischfläche lassen sich stellenweise sehr dünne durchscheinende Lamellen abheben, die unter dem Mikroskop eine feine Faserung erkennen lassen, die namentlich im polarisierten Licht gut hervortritt. Doch ist keine eigentliche Spaltbarkeit vorhanden, denn die glatten

Trennungsflächen lassen sich nicht an jeder beliebigen Stelle hervorrufen. Der lebhafte Glasglanz dieser Harnischflächen geht, wo sie eng geschart auftreten, ins perlmutterartige über.

2. Senkrecht zur Harnischfläche und parallel der Faserung geht eine fernere Teilbarkeit; die entstehenden Trennungsflächen zind zwar ziemlich eben, aber vollkommen matt und man erkennt feinsplittrigen Bruch.

3. Endlich sind noch Risse quer zur Faserung vorhanden, die nicht streng geradlinig sind, im Allgemeinen über größere Strecken annähernd parallel verlaufen, meist einen Winkel zwischen 70 und 80° mit der Faserung einschließen.

Beim Zerschlagen und Zerdrücken erhält man sehr starre Stengelchen parallel der Faserrichtung.

Sehr kompliziert sind die Strukturbilder, die man in Dünnschliffen nach der Harnischfläche, nach der Längsfläche und im Querschliff wahrnimmt.

Mikroskopische Untersuchung. Die drei Arten von Schliffen zeigen, daß das Mineral nicht homogen ist. In allen drei Schliffen treten Faserstränge bald scharf begrenzt, bald in die Umgebung gleichsam verschwimmend auf, welche sich optisch ähnlich dem Chrysotil verhalten. Die Farbe ist lichter als die grüne Umgebung, die Lichtbrechung, namentlich die der α-Richtung entsprechende, niedriger als die des umgebenden Serpentins, die Doppelbrechung höher. Parallel der Erstreckung in der allgemeinen Faserrichtung tritt eine Faserung zu Tage, der die γ-Richtung entspricht. Interferenzfigur entspricht im Schliff parallel der Harnischfläche und im Längsschliff entweder der optischen Normale oder der Mittellinie eines sehr stumpfen Achsenwinkels. Im Querschliff war es nicht möglich, ein Interferenzbild darzustellen. Die Doppelbrechung erreicht in diesen farblosen Fasersträngen den Wert 0·012.

Im Harnisch-Schliff finden sich, augenscheinlich aus derselben Substanz bestehend (heller gefärbt, schwächer lichtbrechend), zahlreiche sehr feine, quer zur Längsfaserung verlaufende Lamellen von großer Feinheit.

Die deutlicher grün gefärbte Grundsubstanz, in der die chrysotilähnlichen Faserstränge eingelagert sind, erweist sich stärker lichtbrechend als Kanadabalsam. Im Bereich der gedrängten Harnischflächen ist die Doppelbrechung höher als in den kompakten dichten Partien. Die letzteren geben öfter Interferenzbilder, als ob Achsenaustritt eines nicht ganz kleinen Achsenwinkels um α im Längsschliff, um γ im Querschliff vorhanden wäre; doch lassen solche Stellen mit starker Vergrößerung untersucht ein Gewebe von gekreuzten ungemein feinen Fasern erkennen. Im Schliff parallel der Harnischfläche treten Faserzüge mit gerader und mit bis zu 20° schiefer Auslöschungsrichtung γ hervor, ohne scharfe Abgrenzung und in verschiedenen Abstufungen. Die schief auslöschenden Faserbündel zeigen anscheinend etwas niedrigere Doppelbrechung (0·003), die gerade auslöschenden etwas höhere (bis 0·005) dabei ist Dispersion der Doppelbrechung $\rho < v$ angedeutet.

Diese grüne Grundsubstanz erweist sich immer etwas fein getrübt, milchweiß im auffallenden, bräunlichgrün im durchfallenden Licht. Durch die häufig auftretende schiefe Auslöschungsrichtung ähnelt das Verhalten am meisten jenem, welches ich am dichten Serpentin von Montville, New Jersey gefunden habe.[1] Mit dem nahestehenden Metaxit oder Pikrolith (Brauns) läßt sich die Grundsubstanz nicht völlig vereinigen.

Daß man es hier mit einer Aggregatpolarisation zu tun habe, die unter dem Einfluß gleitenden Druckes in einem vielleicht ursprünglich amorphen Körper beim Krystallinischwerden zustande kommt, ist mir durchaus wahrscheinlich; auch der Vergleich mit den Erscheinungen plastisch deformierter weicher Krystallmassen, den Reinhard[2] auf ähnliche Gebilde anwendet, ist vermutlich ganz richtig.

---

[1] Silivia Hillebrand: Serpentin und Heulandit. Sitzungsbericht der Wiener Akademie der Wissensch., Bd. 115, Abt. 1 1906, p. 740.

[2] Anuarul Institutului de Geologie al Românici. Vol. V, 1911, p. 23.

C. Grünschiefer des Valbonatales.

Unter den im Valbonatal vorkommenden Schiefergesteinen werden mehrfach Grünschiefer genannt und es schien nicht ohne Interesse, Beispiele dieser Gesteine auch im Dünnschliff zu untersuchen.

Titanitreicher Chloritschiefer.

Begaj-Schlucht (Dünnschliff 3048).

Der geologische Bericht erwähnt (p. 21) das Vorkommen von wohlgeschichtetem Grünschiefer im Begaj-Tal, der Übergänge in Serpentin zeigt.

Proben dieses Gesteins lagen mir vor: Ein ziemlich düster graugrün gefärbtes sehr dichtes, schwach geschiefertes Gestein von splittrigem Bruch, härter als Serpentin von hohem spezifischen Gewicht ($s = 3 \cdot 17$) auf Kluftflächen von dünnen Brauneisenerz-Anflügen braun überzogen.

Die Zusammensetzung dieses Gesteins ist ebenso einfach als sonderbar. Es besteht zu $^4/_5$ aus ungemein feinschuppigem Chlorit mit reichlich eingestreutem Titanit (ungefähr $^1/_5$). Der Chlorit bildet ungefähr isometrische Körner von grüner Farbe. Der Pleochroismus ist nicht besonders stark. Die annähernd leistenförmigen Querschnitte zeigen α in der Richtung der Spaltrisse, γ quer zu denselben. Die Doppelbrechung ist ziemlich kräftig $\gamma - \alpha = 0 \cdot 015$. Das Auftreten von teils übernormalen, teils unternormalen Interferenzfarben deutet auf starke Dispersion der Achsen. Interferenzbilder sind wegen Kleinheit der Individuen nicht zu erhalten. Da die große Mehrzahl der Durchschnitte unternormale Interferenzfarben zeigt, sollte man die Dispersion der Achsen $\rho < v$ um γ erwarten. Stellenweise treten geradlinig begrenzte Felder auf, die aus gehäuften Chloritschuppen bestehen und wie Pseudomorphosen aussehen. An anderen Stellen sieht man auffallend licht gefärbte Chlorit-Individuen gitterartig in paralleler Stellung angeordnet.

In dieses chloritische Grundgewebe sind zahlreiche winzige Titanitkörnchen eingelagert. Sehr starke Doppelbrechung ($\gamma - \alpha = 0 \cdot 2$ bis $0 \cdot 3$), positiver Charakter, kleiner Achsenwinkel, starke Dispersion $\rho < v$, lassen keinen Zweifel an der Richtigkeit der Bestimmung. Die Titanitkörnchen erreichen höchstens 20 μ, lassen Andeutungen sechseitiger Tafelform und spitzeckige Durchschnitte erkennen. Die Mehrzahl ist aber als feiner Titanitsand bis zur Mikrongröße herab entwickelt; oft sind kleinste Körnchen zu Stäbchenformen aneinandergereiht.

Kein anderes Mineral ist in dem seltsamen Gestein vorhanden, weder Epidot noch Carbonat noch Feldspat. Daß es von einem basischen Eruptivmaterial abstamme, ist sehr viel wahrscheinlicher als Abstammung von einem Sediment. Keine sicher deutbare Reststruktur ist erhalten geblieben. Auf Serpentin ist das Gestein schwerlich zurückzuführen. Dies verbietet der Charakter des chloritischen Minerals, das einen beträchtlichen Tonerdegehalt haben dürfte. Man wäre am ersten geneigt, einen dichten Spilit als Ursprungsgestein anzunehmen. Auffallend ist der reichliche Titanitgehalt; wenn man die Menge in Folge der kräftigen Licht- und Doppelbrechung auch vielleicht überschätzt, ist sie doch viel größer als man sie sonst in Grünschiefern zu sehen gewohnt ist.

Chloritischer Grünschiefer.

Schlucht von Gegušenj. (Dünnschliff 3049) (Vgl. geolog. Bericht, p. 14.)

Diese Schieferprobe wurde deshalb zur Untersuchung ausgewählt, weil sie äußerlich etwas tuffartig aussieht und erwartet wurde, daß die mikroskopische Untersuchung diese äußere Ähnlichkeit etwa bestätigen würde. Allein dies ist nicht eingetroffen. Auch bei diesem Gestein ist durch die eingetretene Metamorphose, die einer sehr geringen Tiefenstufe entspricht, jede Andeutung einer Reststruktur verwischt.

Das Gestein ist feinschuppig schiefrig, weich, graugrün mit vielen hanfkorngroßen dunkler grünen Flecken, $s = 2 \cdot 87$.

Im Schliff zeigt sich ein beträchtlicher Calcitgehalt, die dunkelgrünen Flecken sind stark-pleochroitischer Chlorit von dunkelgrünblauer Farbe fast ohne Doppelbrechung mit ganz schwachen abnormen Interferenzfarben (dunkelpurpur bis schwarzblau). Als fernere Gemengteile treten noch auf: ein sericitischer Glimmer teils in größeren Schüppchen, teils in winzigen Flittern mit Chlorit verwachsen, ein in unregelmäßigen Körnern auftretender, dem Albit nahestehender Plagioklas, endlich unregelmäßig in Strähnen und Wolken verteilt feinster Titanitstaub. Nach Hornblende, Epidot wurde vergeblich gesucht. Der Kalkspat tritt in auffallend nach der Schieferung abgeplatteten Individuen auf, die in außerordentlich dichter Anordnung von Gleitzwillingslamellen durchsetzt sind.

Auch bei diesem Gestein wird man an Eruptivmaterial eher als an ein Sediment zu denken haben; das reichliche Auftreten von sericitischem Glimmer läßt aber an die Beimengung von Ton denken.

Anhang.

Diaphthorit von Granitgneis.

Dragobijs,

oberstes Valbonatal (Dünnschliff 2984). (Vgl. geolog. Bericht, p. 11.)

Anhangsweise sei hier noch die Beschreibung eines kleinen Handstückes angefügt, welches F. v. Kerner lose im oberen Valbonatal aufgesammelt hat und das aus dessen obersten Verzweigungen stammen muß. Ob das Gestein dort irgendwo ansteht oder irgend einer Geröllablagerung entstammt, bleibt ungewiss.

Das Stück macht bei Betrachtung mit dem unbewaffneten Auge den Eindruck eines halbkrystallinen Schiefers. Manche stark sericitische Verrucanoschiefer sehen ähnlich aus. Es zeigt flaserige Struktur man erkennt eine nicht unbeträchtliche Menge von glasglänzenden, rauchgrauen Quarzkörnern, ferner dichte lichter und dunkler graugrüne Streifen und Flecken und recht spärlich schwarze metallglänzende Körnchen.

Unter dem Mikroskop ist der reichlich vorhandene Quarz in ziemlich groben Kornflasern mit stark undulöser Auslöschung und teilweise recht merklicher Gefügeregelung (γ senkrecht zur Schieferung, der am besten erhaltene Bestandteil.

Von Feldspat sind zweierlei Reste wahrzunehmen:

1. Gänzlich zersetzte Partien aus feinschuppigem Sericit. Kleinere von Quarz rings umschlossene zeigen noch annähernd rechteckige Umrißlinien, größere sind zu Linsenformen ausgezogen. Wahrscheinlich sind sie auf ehemaligen Plagioklas zurückzuführen.

2. Spärlicher sind Durchschnitte, die zwar feingetrübt, hie und davon Kalkspatkörnchen durchsetzt aber in ihren optischen Reaktionen noch als Kalifeldspat kenntlich sind.

Das Gestein scheint ziemlich viel Biotit besessen zu haben, der nirgends mehr als solcher erhalten ist. Die trüben Massen, die ich als veränderten Biotit ansehe, geben stellenweise die optischen Kennzeichen von Chlorit (grüne Farbe, schwache negative Doppelbrechung); hie und da umschlossene Zirkonkryställchen sind von pleochroitischen Höfen umgeben. Diese Pseudomorphosen sind gegen die Ränder hin massenhaft von Sericitschüppchen in paralleler Stellung durchwachsen.

Ein derartiges Gestein mit Sicherheit aus einem losen kleinen Fragment zu klassifizieren. ist immer unsicher. Viel spricht dafür, es für den Diaphthorit eines Granitgneises zu erklären. Aber starke mechanische Durchbewegung vorausgesetzt, würde auch Abstammung von Granit möglich erscheinen. Selbst die Abstammung von einem arkoseartigen groben Sediment wäre nicht ausgeschlossen.

D. Einige allgemeine Bemerkungen.

1. Vergleich mit Nachbargebieten. Tiefengesteinsstruktur.

Mit den vorstehend beschriebenen Gesteinen stehen in naher räumlicher Beziehung die Eruptivgesteine, welche in der Abhandlung von Dr. Franz Baron Nopcsa und Dr. Max Reinhard: Zur Geologie und Petrographie des Wilajets Skutari in Nordalbanien[1]) beschrieben werden; ferner sind zu erwähnen die Bestimmungen Felix Cornus in der Abhandlung von Dr. Hermann Vetters: Beiträge zur Kenntnis des nördlichen Albaniens.[2]) Die Abhandlung von Reinhard bezieht sich auf das unmittelbar im Westen und Südwesten anschließende Gebiet. Reinhard gliedert die von Nopcsa gesammelten Proben in zwei Gruppen: 1. Triadische Eruptiva: Diabase, Porphyrite, Spilite, Variolite, Granite, Quarzporphyre, hiezu zwei Vorkommnise, die als Odinit und Quarzbostonit klassifiziert werden. 2. Jurassische Eruptiva: Gabbro und seine Differentiationsprodukte, Peridotit, Dunit, Diallagit, Amphibolit und Serpentine. Nur die letztere Gruppe läßt sich mit den von v. Kerner gesammelten Gesteinen vergleichen. Doch scheint das Verhältnis der Hauptarten im Valbonagebiet und in der Merdita verschieden zu sein. Hier herrscht Peridotit vor, Gabbro und Norit treten an Häufigkeit stark zurück. Im Merditagebiet bildet Gabbro in der Gegend von Oroši ein großes, zusammenhängendes, zentrales Massiv, Peridotit und Serpentin scheinen mehr den Rändern zuzufallen.

Die kurzen Diagnosen Cornus in der Abhandlung von Vetters lassen die Wiederkehr ähnlicher Typen im Valbonagebiet erkennen; doch scheint auch nach diesen Angaben die Mannigfaltigkeit in der Merdita größer zu sein.

Soweit die vorliegenden Proben ein Urteil gestatten, ist unter den von v. Kerner gesammelten Gesteinen kein deutliches Ergußgestein vorhanden. Was untersucht wurde, hat Tiefengesteinscharakter. Aus dem geologischen Bericht ist zu ersehen, daß Peridotit vorwaltet, nach den untersuchten Stücken ist der Typus Harzburgit (Olivin-Bronzit) am meisten verbreitet.[3]) Pyroxenite sind untergeordnet, und zwar scheint sowohl reiner Diallagfels — wiewohl seltener — vorzukommen, als auch die Kombination Bronzit-Diallag, wobei der Bronzit vorherrscht. Hornblende tritt immer mehr untergeordnet hinzu und erweist sich stets jünger, als die beiden Pyroxene; manchmal sieht es so aus, als ob er noch in den spätern Stadien der magmatischen Erstarrung, wiewohl beträchtlich später als die Pyroxene, zur Ausbildung käme; aber auch als unverkennbar sekundäre Bildung, Pseudomorphosen bildend, tritt er auf (als Uralit) und gleichartige, feinfaserige Hornblende in nephritähnlichen Aggregationsformen ist in gewissen Typen sehr verbreitet.

Der geologische Bericht gibt noch keinen klaren Einblick, in welchem Zusammenhang diese metamorphen veränderten Gesteine zu den frischen stehen. Dies ist von ersten kursorischen Gebietsaufnahmen auch gar nicht zu verlangen.

Auch über die Verteilung und das gegenseitige Verhältnis der frischen Olivingesteine, der Halb- und Vollserpentine könnten erst weitere Feldbeobachtungen Aufschluß geben. Nur scheint aus den gesammelten Proben hervorzugehen, daß die kleineren Vorkommen in der Schieferhornsteinformation völlig in Serpentin verwandelt sind, während die frischen Olivinfelse und Halbserpentine den großen Peridotitmassen des östlichen Hügellandes angehören.

Eine gewisse Mannigfaltigkeit (Gabbro, Norit, Diorit) zeigen die feldspathaltigen Gesteine, deren Auftreten und Verhältnis zu den Peridotitmassen auch noch weiterer Feldbeobachtungen bedarf.

Wenn man die Berichte Vetters mit dem vorliegenden v. Kerners zusammenhält, könnte es allerdings scheinen, als ob die Peridotitgesteine und ihre pyroxenitischen Abarten eine Art basische Randzone um das große Gabbro-Dioritgebiet der Merdita (Oroši) darstellten.

---

[1]) Anuarul Institutului de Geologie al României. Vol. V, 1911, fasc. 1*a*, Bukarest 1912.

[2]) Denkschriften der Kais. Akad. d. Wissensch., Bd. 80, p. 201, 1906.

[3]) Von Mittelalbanien hat F. Cornu an dem von Vetters mitgebrachten Material das Vorherrschen des Harzburgittypus und seiner Serpentine nachgewiesen. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wissensch., Bd. 80, p. 19.

Es wurde schon erwähnt, daß Strukturen, die für Ergußgesteine charakteristisch sind, durchwegs fehlen. Die Gesteinsstrukturen sind bei allen mineralogisch unterscheidbaren Abarten Tiefengesteinsstrukturen. Für die Deutung der Tektonik des Gebietes ist das vielleicht von Belang. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß die Gesteinskörper, denen die untersuchten Proben entstammen, sich auf der Oberfläche oder nahe derselben gebildet haben. Eine gewisse Intrusionstiefe möchte man für Eruptivkörper dieser Art wohl voraussetzen. Allerdings ist es sehr schwer, nach dem jetzigen Stand der Kenntnisse für die Tiefe, in der sich die Intrusion abgespielt haben mag, eine ziffermäßige Angabe zu versuchen.

Die Tiefengesteinsstruktur ist nur selten von dem Typus »hypidiomorphkörnig«, so daß eine klare Erstarrungsfolge abzulesen ist. Doch scheint allenthalben der Plagioklas (selbst wenn er mehr als die Hälfte des Gesteins ausmacht) nach den Pyroxenen, der Diallag nach dem Bronzit zu krystallisieren. Über das gegenseitige Verhältnis von Olivin und Bronzit ist es schwer, eine sichere Entscheidung zu treffen, doch sprechen die außerordentlich unregelmäßigen Umrisse der Bronzitkörner in den frischesten Harzburgiten nicht dafür, daß Bronzit älter wäre als der Olivin, eher ist das umgekehrte anzunehmen. Chrom-Spinell scheint trotz der geringen Menge, in der er auftritt, manchmal dem Olivin voranzugehen (teilweise Oktaederformen).

Ausgesprochen jünger in der Erstarrungsfolge ist die Hornblende. Augenscheinlich ist ihre Bildung oft mit einer Aufzehrung des monoklinen Pyroxens verbunden, eine Erscheinung, welche ja in Gesteinen von Tiefengesteinscharakter sehr gewöhnlich ist.[1]) Die Hornblende ist in der bekannten Weise gesetzmäßig parallel gestellt zum monoklinen Pyroxen. Charakteristisch ist das Zusammenfallen der optischen Achsen A bei beiden Mineralien.

Außer dieser in Pyroxeniten und in Gabbro auftretenden kompakten Hornblende tritt in vielen Gesteinen, vom Peridotit bis zu den Gabbroarten, eine feinfaserige Hornblende auf, welche schon zu den sekundären Bildungen gehört und dort besprochen wird.

2. Anzeichen von Gauverwandtschaft.

Gabbro, Norite, Pyroxenite und Peridotite bilden eine Gesteinsgesellschaft, die nach den bisherigen Erfahrungen häufig zusammen vorkommt und geologisch wie petrographisch zusammengehört. Diese alte Erfahrung wird auch durch die vorliegende Untersuchung bestätigt und durch den Nachweis gemeinsamer Züge bei den Vertretern derselben Mineralgattungen in den verschiedenen Gesteinsarten verstärkt.

So sind die rhombischen Pyroxene im Peridotit, im Pyroxenit wie im Gabbro und Norit ausgezeichnet durch die zarten linealförmigen perthitischen Einlagerungen von monoklinem Pyroxen, die ich von solcher beinahe submikroskopischer Feinheit selten gesehen habe.[2])

Zugleich entbehren sie alle der sonst so häufigen braun schillernden mikroskopischen Einschlüsse parallel der Querfläche, welche sowohl den eisenarmen, dem Enstatit nahestehenden Bronziten der Peridotite und Pyroxenite als den dunklen Hypersthenen im Gabbro und Norit fehlen.

Durch weitgehende Übereinstimmung sind auch die Plagioklase der feldspatführenden Gesteinsabänderungen ausgezeichnet. Von dem normalen Bild der Gabbro-Plagioklase, wie es jeder Petrograph zum Beispiel von den schlesischen oder Harzer Gabbrotypen kennt, weichen diese Plagioklase recht beträchtlich ab; namentlich ist die Seltenheit des Karlsbader Zwillingsgesetzes, die Häufigkeit der Zwillingsbildung nach dem Periklingesetz mit den gegen die Spaltrisse nach P unter einem spitzen Winkel geneigten Zwillingslamellen hervorzuheben. Auch fehlen ihnen die dunklen schillernden, mikrolithischen Einschlüsse.

---

[1]) Vgl. über das Verhältnis von Pyroxen und Amphibol. F. Becke. Min. petr. Mitt. 16. 327. 1897.

[2]) Diese übrigens bei Harzburgiten und Lherzolithen sehr verbreitete Erscheinung ist in einer Abbildung von Lacroix in Mineralogie de la France. Bd. I, p. —. Fig. — gut dargestellt.

Ein letzter gemeinsamer Zug ist die Seltenheit und geringe Verbreitung von Erzgemengteilen, die durch die ganze Differentiationsreihe hindurchgeht. Der dunitartige, mit Chromit angereicherte Olivinfels von Kodra Lužs fällt als Ausnahme auf. Für die Aussicht, technisch brauchbare Erzlagerstätten von Chromerzen anzutreffen, ist diese allgemeine Armut an Erzpartikeln entschieden ungünstig.

3. Variation der Gemengteile.

Zunächst sei aufmerksam gemacht auf den Wechsel im Mischungsverhältnis der Eisen- und Magnesiaverbindungen, der sich aus der optischen Untersuchung der rhombischen Pyroxene ergibt.

Rhombischer Pyroxen.	Mol.Proz. $FeSiO_3$
im Harzburgit von Lužs 2971	16
{im Pyroxenit Bitüči Ost 2975	20}
{im Pyroxenit Godenj, Čafa Prousit 2986	18}
im Hypersthen-Gabbro Bitüči 2977	43

Je reicher das Gestein an femischen Gemengteilen, desto ärmer an der Eisenverbindung ist die isomorphe Mischung des rhombischen Pyroxens. Dies ist ganz im Einklang mit der Studie von Amalie Weich[1]), welche gezeigt hat, daß der durchschnittliche Gehalt an Eisensilikat in der Mischung rhombischer Pyroxene in dem Maß abnimmt, als der Projektionspunkt, der die mittlere Zusammensetzung des Gesteins im Osann'schen Dreieck darstellt, dem Eckpunkt F näherrückt. Im vorliegenden Falle zeigt sich dieses Verhältnis sehr klar ausgesprochen bei Gesteinsabarten, die demselben geologischen Körper angehören.

Dieser Fall ist offenbar nur ein Einzelfall einer weit allgemeineren Gesetzmäßigkeit, welche ich 1912 bei der Besprechung der chemischen Analysen alpiner Gesteine[2]) hervorgehoben habe, wonach das Verhältnis von Mg : Fe sich mit der Gesamtzusammensetzung des Gesteins gesetzmäßig derart verschiebt, daß Mg gegenüber Fe wächst, wenn man in einer zusammengehörigen Gesteinsreihe vom A-Pol zum F-Pol des Osann'schen Dreieckes vorschreitet. Ähnliche Formulierungen finden sich bei Harker.[3])

Am monoklinen Pyroxen, Diallag sind die Verschiedenheiten geringfügiger. In den Pyroxeniten zeigt sich ein Diallag, der augenscheinlich in seiner Orientierung dem Diopsid ziemlich nahe steht:

Nr. 2975 Bitüči Ost Pyroxenit $c\gamma = 40°$, $2V\gamma = 58°$, $\gamma - \alpha = 0\cdot029$
Nr. 2986 Godenj, Čafa Prousit, Pyroxenit $c\gamma = 39°$, $2V\gamma = 56°$, $\gamma - \alpha = 0\cdot028$.

Davon ist der des Gabbro wenig verschieden:

Nr. 2977 Mittel Bitüči Gabbro $c\gamma = 40°$, $2V\gamma = 54°$, $\gamma - \alpha = 0\cdot027$

Die Verkleinerung des Achsenwinkels könnte auf Beimischung des monoklinen Enstatit-Augits gedeutet werden.

Viel mannigfaltiger erweist sich die Hornblende, wie folgende Zusammenstellung erkennen läßt:

Nr. 2975 Bitüči Ost Pyroxenit	$c\gamma = 15\cdot5°$,	$2V\alpha = 78°$,	$\gamma - \alpha = 0\cdot027$	farblos
Nr. 2986 Godenj Pyroxenit	$c\gamma = 15°$,	$2V\alpha = 87°$,	$\gamma - \alpha = 0\cdot024$	blaßgrün
Nr. 2977 Mittel Bitüči Gabbro	$c\gamma = 15°$,	$2V\alpha = 78°$		sehr blaßgrün
Nr. 2981 Babai Boks Diorit	$c\gamma = 15°$,	$2V\alpha = 76°$,	$\gamma - \alpha = 0\cdot024$	dunkler grün, deutlich pleochroitisch
Nr. 2979 » » »	$c\gamma = 18-19°$,	$2V\alpha = 98°$,	$\gamma - \alpha = 0\cdot022$	sehr blaßgrün.

[1]) Amalie Weich: Verhältnis von $FeSiO_3$ der rhombischen Pyroxene in Erstarrungsgesteinen. Min. petr. Mitt. 32. 423. 1914.

[2]) F. Becke: Chemische Analysen von krystallinen Gesteinen aus der Zentralkette der Ostalpen. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Bd. 75, I., p. 215, 223. 1912.

[3]) Dr. Alfred Harker: Natural History of igneous rocks. London. 1909.

Die erste und dritte Nummer entspricht dem Strahlstein; trotz ziemlich dunkelgrüner Körperfarbe erscheint das Mineral im Dünnschliff beinahe farblos. Pleochroismus ist kaum wahrnehmbar. Auch die Dispersion ist unmerklich. Die dunkler grüne Hornblende des Diorits 2981 ist typische gemeine Hornblende mit ausgesprochenem Pleochroismus in grünen Farben. Bemerkenswert ist die Verkleinerung des Winkels der optischen Achsen um α.

Die Nummern 2986 und 2979 stellen Glieder einer Reihe dar, die durch Zunahme des PH_2O_3 haltigen Pargasit-Silikates gedeutet werden kann. Lichte Färbung, Abnahme der Doppelbrechung, Vergrößerung des Winkels der optischen Achsen bis über 90° hinaus sind die Merkmale. Auch die Hornblende des Uralit-Gabbro 2978 Bitüči-Ost dürfte in diese Reihe gehören.

Ein wichtiges Resultat der optischen Untersuchung ist, daß keine Anzeichen für Alkali-Eisen-Pyroxene oder Amphibole gefunden wurden. Dies ist mit dem Gesamtcharakter der untersuchten Gesteine in Einklang, harmoniert auch mit dem an Anorthitsubstanz reichen Plagioklas, ist aber umsomehr hervorzuheben, als in manchen Gebieten der Balkanhalbinsel und deren Umgebung Glaukophangesteine eine wichtige Rolle spielen. Es sei nur erinnert an die Glaukophangesteine der Kykladen (Syra), Rhodus, Thessalien, Euboea, Fruskagora, an die Riebeckitgesteine der Dobrudscha.

4. Umwandlungen. Serpentin, Bastit, Chrysotil, nephritische Hornblende.

In den Peridotiten kann man in seltener Deutlichkeit die seit Tschermak's ausgezeichneter Darstellung oft beschriebene Umwandlung in Maschenserpentin beobachten. Sie ist ganz wesentlich an den Olivingehalt der Gesteine geknüpft. Der Maschenserpentin, der sich am Rande und auf den Sprüngen der Olivinkörner absetzt, zeigt stets Faserung senkrecht zur Oberfläche des sich umwandelnden Olivins, unabhängig von der krystallographischen Orientierung seines Muttterminerals und hat in der Faserrichtung die Schwingungsrichtung α. Hie und da dringt dieses Mineral bei beginnender Umwandlung auch in Klüftchen benachbarter Durchschnitte von Bronzit, Diallag, Picotit ein.

In der oft erkennbaren Mittellinie der Balken von Maschenserpentin ist manchmal Magnetit ausgeschieden, ohne daß sich nachweisen ließe, daß der Olivin in diesen Gesteinen eisenreicher wäre. Es scheint wohl auf die Begleitumstände anzukommen, ob Magnetit durch teilweise Oxydation gebildet wird oder ob der ganze Eisengehalt in den Serpentin aufgenommen wird.

Die Felder zwischen diesen zuerst entstandenen Netzbalken, welche bei fortschreitender Serpentinisierung an Stelle der Kornreste von Olivin treten, zeigen weniger Regelmäßigkeit in der Stellung der Fasern. Das rührt zum Teil davon her, daß die Schnittrichtung, in der die Fasern getroffen werden, größeren Schwankungen unterliegt, zum Teil mag hier die Struktur überhaupt weniger regelmäßig sein. Oft verhalten sich diese Felder pseudoisotrop.

Mit einer einzigen Ausnahme (vgl. p. 9 [377]) wurde Antigorit in den von v. Kerner mitgebrachten Gesteinen nicht wahrgenommen, obwohl er in den alpinen Serpentinen so verbreitet ist, und auch in Thessalien vorkommt.[1]

Neben dieser Serpentinbildung aus Olivin entsteht auch aus dem Bronzit eine Serpentinart: der Bastit. Zum Unterschied vom Maschenserpentin ist der Bastit in der Hauptsache immer homoax zu seinem Muttermineral gestellt; die Fasern laufen parallel zur c-Achse der Bronzitindividuen, und in der Faserrichtung liegt die Schwingungsrichtung γ, also parallel mit der Orientierung des rhombischen Pyroxens. Der Bastit ist merklich stärker doppelbrechend als der Maschenserpentin. Merkliche Unterschiede der Lichtbrechung habe ich nicht bemerkt.

Übrigens entsteht aus dem Bronzit häufig auch Talk und Faserhornblende.

Verschieden von diesen beiden Serpentinarten ist der Chrysotil,[1] dessen parallelfaserige Adern die Serpentine manchmal in Gestalt eines unregelmäßigen Netzwerkes, manchmal in großer Zahl

[1] F. Becke, Gesteine von Griechenland, Min. petr. Mitt., I, 461.

parallel durchziehen. Beim Chrysotil beobachtet man stets γ in der Faserrichtung und eine merklich schwächere Lichtbrechung im Vergleich mit Maschenserpentin und Bastit. Der Brechungsexponent γ des Chrysotil unterscheidet sich nur wenig von dem Brechungsexponent der anderen Serpentinarten, wohl aber ist sein α beträchtlich niedriger, wenngleich immer noch höher als der Brechungsindex von Kanadabalsam.

Der Chrysotil scheint eine jüngere Bildung zu sein, welche durch Lösungsumsatz auf Klüften des Maschenserpentins entsteht, ähnlich wie die Quarzadern in einem Kieselschiefer. Den Chrysotiladern fehlt die Erzbegleitung.

Der »glasige Serpentin« erweist sich als ein recht inhomogenes Gebilde, in welchem eine dem Chrysotil ähnliche Modifikation mit anderen Serpentinarten gemischt ist. (Vgl. p. 14 [382]. Ich möchte nicht wagen, das Mineral mit einer der früher aufgestellten Varietäten (Metaxit, womit es Ähnlichkeit zu haben scheint, oder Pikrolith) zu identifizieren. Die ganze Gruppe scheint einer neuerlichen Durcharbeitung zu bedürfen.

Neben, zum Teil auch statt der Serpentinbildung tritt eine Neubildung feinfaseriger Hornblende auf, die homoaxe Pseudomorphosen (Uralit) nach beiden Pyroxenen bildet, aber auch vielfach in eisblumenähnlichen büschelig faserigen oder wirrfaserigen Aggregaten sich im Gestein ausbreitet und mikroskopische Bilder, ähnlich denen des Nephrit liefert. Diese Art der Neubildung ist von M. Reinhard auch in Gesteinen aus der Merdita öfter beobachtet worden.

Es wäre nicht unmöglich, daß in dem albanischen Peridotit gelegentlich auch echter Nephrit gefunden würde. Namentlich die Umgebung der Feldspatführenden Gesteine wäre daraufhin zu untersuchen. Manche Erscheinungen sprechen dafür, daß Plagioklase als Lieferer des Ca für die Hornblendebildung in Betracht kommen.

---

[1] Daß dem Chrysotil wahrscheinlich eine andere chemische Konstitution zukommt als den anderen Serpentinarten, zeigte Silvia Hillebrand, Sitzber. d. Wiener Akad. d. Wiss., Bd. 115, Abt. 1, 1906. Hier wurde auch schon das niedrigere spezf. Gewicht. die niedrigere Lichtbrechung und höhere Doppelbrechung nachgewiesen. Unter den dort untersuchten Serpentinarten scheint aber der Maschenserpentin mit α in der Faserrichtung nicht vertreten zu sein. Wenn M. Reinhard bei der petrographischen Beschreibung von Gesteinen aus Mittelalbanien das Vorkommen von in Chrysotil umgewandeltem Olivin in einem Olivingabbro von Merdita und einem »Dunit« von Čafa Pleps angibt, so wäre wohl noch zu entscheiden, ob es sich hier um Chrysotil handelt. Über die Orientierung der Faserserpentine macht M. Reinhard keine Angaben (Anuarul Institutului Geologie al Românici, Vol. V, p. 21 u. 22, 1911.)

Ich möchte noch hervorheben, daß die Unterscheidung von Maschenserpentin mit α in der Faserrichtung und Chrysotil mit γ in der Faserrichtung sich in einem Manuskript über die Gesteine des Dunkelsteiner Waldes von Hermann Tertsch aus dem Jahre 1916 findet, welches nur der Kriegsverhältnisse wegen in den Mineralogisch-petrographischen Mitteilungen noch nicht abgedruckt wurde.